

## MEMORIAS DE LA AUTOMÁTICA

Después de los excelentes artículos de los profesores Javier Aracil y Sebastián Dormido me toca a mí rememorar alguno de los aspectos y hechos relevantes del desarrollo de la Automática en España. Para hacerlo he contado con la inestimable colaboración del profesor Gabriel Ferraté, protagonista de muchos de estos hechos y que, aparte de su memoria, conserva una extensa y completa documentación extraordinariamente valiosa para esta reconstrucción histórica. Una de sus frases: “yo nunca tiro un papel”, es una afortunada realidad que nos proporciona elementos para profundizar en el pasado.

Para este mi primer artículo de Memorias de la Automática me ha parecido interesante rememorar el primer simposio organizado en España por el entonces denominado Comité Español de la Federación Internacional de Automática (CE-IFAC), antecesor del actual Comité Español de Automática (CEA). En aquella época yo era un ingeniero novel del Departamento de Planificación y Desarrollo de FECSA, y daba algunas clases de Regulación y Servosistemas en la ETSIIB (actualmente, ETSEIB), como profesor encargado de curso. Éste fue también mi primer simposio.

En la organización del simposio tuvieron un papel destacado varias de las personas que aún siguen activas de una u otra forma en el campo de la Automática y que, en muchos casos, colaboran habitual o esporádicamente con CEA. Aparte del ya mencionado Gabriel Ferraté, podríamos citar a Juan Peracaula, entonces catedrático de Automática de la ETSIIM, Eugenio Andrés Puente, catedrático de Electrónica de la ETSIIM y Martí Vergés, director del Centro de Cálculo de la ETSIIB. Otros desgraciadamente ya no están entre nosotros, como José García Santesmases, catedrático de la Universidad Complutense, Mariano Mellado, profesor de la misma universidad, Jaume Blasco, primer secretario del CE-IFAC, y José Miró, catedrático de la ETSII de San Sebastián. Sirva este artículo de pequeño homenaje a todos ellos. Y sin más preámbulos vamos a nuestra historia.

El Comité Español de la Federación Internacional de Automática (CE-IFAC) que había sido aceptado como *National Member Organization* de la IFAC en 1966 durante el *3rd IFAC World Congress* celebrado en Londres, consideró que una forma adecuada de iniciar sus actividades y darse a conocer, era la organización de un evento que permitiese aglutinar a las personas y colectivos dedicados a este tema en España. Este acontecimiento sería su primer simposio nacional.

El Comité Español de la IFAC había nacido con una clara vocación de aunar la investigación y la formación realizadas en la universidad con los desarrollos y aplicaciones llevadas a cabo por la industria, y esta vocación quedó reflejada en el lema del primer simposio: “La Automática en la Industria”. Con este fin, en la organización del simposio se buscó de forma especial la participación de profesionales de la industria que en muchos casos ya formaban parte del Consejo y de la Junta Directiva del CE-IFAC.

El lugar seleccionado para la celebración del simposio fue una hermosa villa mediterránea próxima a Barcelona con buenas instalaciones para la época y muchos atractivos: Sitges, y las fechas elegidas, los días 5, 6 y 7 de noviembre de 1969. Las sesiones tuvieron lugar en el Hotel Calípolis de Sitges y, siguiendo las costumbres de la época, se establecieron nada menos que cuatro comités: de Honor, Directivo, Organizador y de Lectura (antigua denominación del habitualmente llamado hoy en día Comité de Programa). Curiosamente, el Comité más numeroso era el de Honor y, encabezado por los Ministros de Educación y Ciencia (Luis Villar Palasí) e Industria (Gregorio López Bravo), estaba compuesto únicamente por Excelentísimos e Ilustrísimos Señores, con la sola excepción del Prof. Dr. Ing. V. Broida, a la sazón, Presidente de la IFAC. Entre sus miembros se encontraba el Capitán General de Cataluña, Excmo. Sr. Alfonso Pérez-Viñeta y Lucio.

Veintidós personas formaban parte de los otros tres comités aunque había quienes figuraban en más de un comité. El presidente del Comité Organizador era Juan Peracaula y entre los vocales se encontraban Eugenio Andrés Puente y Gabriel Ferraté. Cabe destacar que de los ocho miembros del Comité de Lectura, dos eran profesionales de la Industria y otros dos repartían su actividad entre la universidad y la industria.

El programa del simposio (Figura 1) estaba estructurado en seis sesiones de trabajo:

- Teoría (8 comunicaciones)
- Automatismos (9 comunicaciones)
- Regulación de Procesos (6 comunicaciones)
- Calculadores (7 comunicaciones)
- Tecnologías Especiales (7 comunicaciones)
- Órganos y Componentes (9 comunicaciones)

y tres mesas redondas:

- Formación de Técnicos
- Normalización y Fiabilidad
- Investigación

Las comunicaciones del simposio estaban recogidas en seis volúmenes, correspondientes a cada una de las seis sesiones de trabajo. Como curiosidad puede mencionarse que, de acuerdo con los medios utilizados en aquella época, todas las comunicaciones estaban escritas con máquina de escribir y sus fórmulas y expresiones estaban generalmente hechas a mano (ver las cuatro páginas de muestra de la Figura 2).

De las 46 comunicaciones aceptadas, 26 provenían de la industria (56,5%), haciendo honor al lema del simposio. Este porcentaje es, probablemente, el más alto de entre los simposios sobre Automática de carácter abierto organizados hasta la fecha en España. Entre las empresas de procedencia de los participantes, podemos mencionar: Comercial y Fabril APER, Fuerzas Eléctricas de Cataluña, Monsanto Ibérica, Empresa Nacional Calvo Sotelo, Catalana de gas y Electricidad, Foxboro-Lana Serrate, Factor, Enclavamientos y Señales, Fisher & Porter Ibérica, Compañía Telefónica Nacional de España, PIHER, Copresa, ENHER, Philips, Keelavite Hispania, Cedisa, Fisitrón Española, Lummus Española, Compagnie Generale d'Automatisme, Siemens, IBM, CENTI-3S, Masoneilan, Honeywell, Agut y Klöckner-Moeller.

Como ejemplo de las comunicaciones presentadas en el simposio, mencionaremos las de los autores que en la actualidad mantienen una presencia significativa en el Comité Español de Automática (CEA), heredero del CE-IFAC:

- “Identificación de una clase de sistemas no lineales impares con señales binarias pseudoaleatorias”, por Javier Aracil (Profesor de la ETSIIS).
- “Trazador de curvas características de semiconductores para su selección automática”, por Josep Amat (Profesor de la ESTIIB).
- “El calculador estocástico”, por Gabriel Ferraté (Profesor de la ETSIIS).
- “Regulación de sistemas eléctricos interconectados”, por Luis Basañez (Ingeniero de FECSA).

El programa incluía también varias visitas técnicas, a las instalaciones de Gas Natural en Barcelona, a diversos fabricantes de aparatos de regulación y control de Tarrasa, y a las instalaciones de productos químicos ESSO de Castellón de la Plana, además de diversas actividades lúdicas.

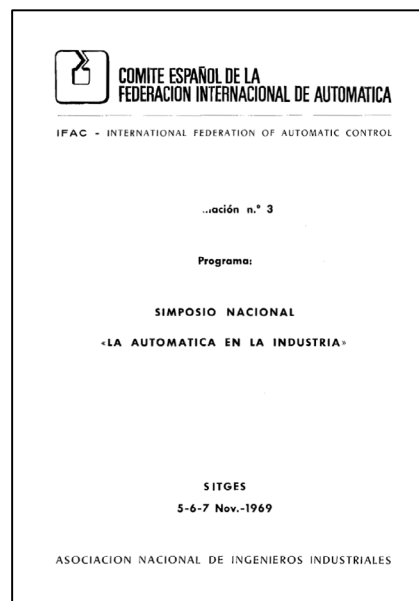


Figura1. Portada del programa del Simposio

20

dependiente a formar parte de la  $B_n, B_{n-1}, \dots$

En este caso:

$$B_n = \frac{A}{2} \left[ (e_{n-1} - e_{n-2})(aT_{n-1} + e^{-aT_n}) + e_{n-2}(a(T_n + T_{n-1}) - 1) \right]$$

$$B_{n-1} = \frac{A}{2} e_{n-2} (aT_{n-1} - 1)$$

$$B_{n-2} = \frac{A}{2} e_{n-2}$$

Y el determinante a resolver es:

$$\begin{vmatrix} y_n - B_n & 1 & -e^{-a(T_n + T_{n-1})} \\ y_{n-1} - B_{n-1} & 1 & -e^{-aT_{n-1}} \\ y_{n-2} - B_{n-2} & 1 & -1 \end{vmatrix} = 0$$

cuya solución nos daría:

$$y_n = y_{n-1} \frac{1 - e^{-a(T_n + T_{n-1})}}{1 - e^{-aT_{n-1}}} + y_{n-2} \frac{e^{-aT_{n-1}}(1 - e^{-aT_n})}{1 - e^{-aT_{n-1}}} =$$

$$= B_n - B_{n-1} \frac{1 - e^{-a(T_n + T_{n-1})}}{1 - e^{-aT_{n-1}}} + B_{n-2} \frac{e^{-aT_{n-1}}(1 - e^{-aT_n})}{1 - e^{-aT_{n-1}}}$$

Sustituyendo los valores de  $B_n, B_{n-1}$  y  $B_{n-2}$  y haciendo operaciones nos queda:

$$y_n = \frac{1 - e^{-a(T_n + T_{n-1})}}{1 - e^{-aT_{n-1}}} y_{n-1} + \frac{e^{-aT_{n-1}}(1 - e^{-aT_n})}{1 - e^{-aT_{n-1}}} y_{n-2} =$$

(9)

16

La determinación de  $\mu^N$  y de  $\sigma_{\theta\theta}^N$  requiere el conocimiento de la estructura del modelo en el cálculo de  $L(\theta)$

**2-2. Modelo lineal multivariable**

Consideramos el modelo siguiente:

$$Y_k = X_k m_k + V_k \quad (2,e)$$

$X$  = matriz de dimensiones (n,m)  
 $Y_k = [y_k^T]^T$  vector de las observaciones de dimensión n  
 $m_k$  = vector conocido a cada instante k  
 $V_k = [v_k^T]^T$  vector de las perturbaciones cuyos n componentes son secuencias aleatorias independientes y gaussianas de valor medio nulo y cuya matriz de covariancias es  $\sigma_{VV} = [\sigma_{v_i v_j}]$  (perturbación blanca)

Si consideramos  $\sigma_{VV}$  conocida y a causa de la independencia estadística entre los  $Y_k$ , tenemos:

$$P(Y|X) = \prod_{k=1}^N P(Y_k|X) = \prod_{k=1}^N \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \frac{(y_{ki} - X_{ki} m_k)^2}{\sigma_{v_i}^2} \right\} \quad (2,f)$$

Según (2,d) la función de verosimilitud es

$$L(X) = \frac{1}{2} \log_e 2\pi + \frac{1}{2} \log_e \sigma_{VV} + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N (Y_k - X m_k)^T \sigma_{VV}^{-1} (Y_k - X m_k) \quad (2,g)$$

anulando la derivada de (2,g) se obtiene el valor de la matriz  $\mu^N$  de los valores medios de los componentes de  $X$ :

$$\mu^N = Z_N A^{-1} \quad (2,h)$$

donde  $Z_N = \sum_{k=1}^N Y_k m_k^T$  matriz (n,m)  
 y  $A_N = \sum_{k=1}^N m_k m_k^T$  matriz (m,m)

Considerando cada línea de la matriz  $X$  como un vector  $x^T = [x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1m}]$

se puede demostrar que la matriz de covariancia de dos de estos vectores es:

$$\sigma_{x_i x_j}^N = \sigma_{v_i v_j} A_N^{-1} \quad (2,i)$$

En el caso en que  $\sigma_{VV}$  no se puede considerar conocido se pueden añadir al vector a estimar  $\theta$  los componentes de  $\sigma_{VV}$ ; aunque teóricamente el problema es el mismo, el cálculo se complica considerablemente.

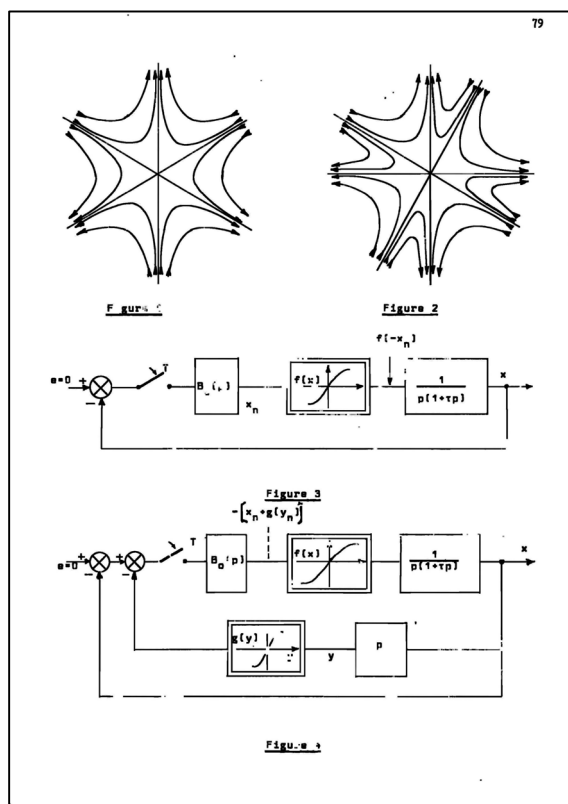
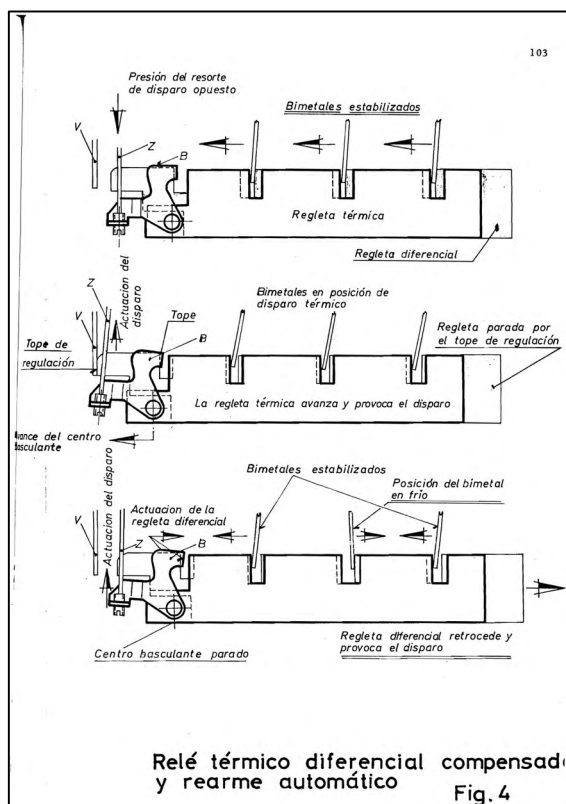


Figura 2. Ejemplos de páginas de comunicaciones del Simposio

Las cuotas de inscripción al simposio ascendían a 2.000 ptas. para los asistentes y 1.800 ptas. para los autores (1.800 y 1.500, respectivamente, para la inscripción avanzada). Estas cuotas incluían un tomo con los resúmenes de todas las comunicaciones, pero los textos completos de cada sesión se compraban aparte al precio de 250 ptas. por unidad (1.000 ptas. el conjunto de las 6 sesiones). A título de referencia, una habitación doble en régimen de media pensión en el Hotel Calípolis costaba 560 ptas. por persona y día.

El simposio de Sitges constituyó un notable éxito y fue un espaldarazo al desarrollo y difusión del CE-IFAC. En general, las presentaciones tuvieron un buen nivel y muchas de ellas dieron lugar a animados debates en las sesiones en que fueron presentadas. De una forma particular, las mesas redondas sirvieron para pulsar las opiniones y tendencias en un sector todavía incipiente en España. Por su interés destacaremos algunos de sus contenidos.

La mesa redonda sobre “Investigación” estuvo moderada por D. Manuel Espinosa, Jefe del Gabinete Técnico del Patronato Juan de la Cierva. Además de pasar revista a la situación de la investigación en España y constatar la pobreza de recursos para llevarla a cabo, se destacó el esfuerzo realizado por algunos grupos en el campo de la Automática entre los que se encontraban las Escuelas de Ingenieros Industriales de Barcelona, Madrid y Sevilla, la Escuela de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid y la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense que habían presentado un proyecto conjunto de investigación sobre Técnicas de Cálculo y Control. Entre las ideas que se lanzaron en la mesa, podemos destacar la necesidad de una buena organización de la investigación para que llegue a buen puerto y sea realmente competitiva. En este sentido, se constató que parte del retraso de la investigación en España era debido, no tanto a la falta de investigadores preparados y motivados, que los había, sino a la falta de una buena organización que diese el apoyo necesario a estos investigadores, facilitando su labor y aportando los recursos necesarios para la misma. Esta misma organización debería cuidarse de la rápida y eficaz explotación de los resultados a fin de que la industria ganase en competitividad y revirtiese a la investigación parte de los beneficios así obtenidos. Otras ideas planteadas en la mesa redonda hacían referencia a la inclusión en la formación de directivos de empresas de alguna asignatura sobre el interés y la necesidad de la investigación y la forma de organizarla y llevarla a cabo en la industria. En una línea similar se sugirió la posibilidad de incorporar en los planes de estudio de las Escuelas de Ingenieros materias dirigidas a motivar a los estudiantes por la investigación y a enseñarles la forma de plantear y llevar a cabo un proyecto de investigación.

Otra mesa redonda, en este caso moderada por el autor de estas líneas, tuvo como título “Normalización y Fiabilidad”. Entre los aspectos más destacados de esta mesa podemos mencionar el debate sobre la fiabilidad de los recién llegados sistemas de control por computador (control digital directo) frente a los sistemas convencionales. Los computadores de tipo medio utilizados en control en aquellos días tenían una longitud de palabra de entre 16 y 24 bits, con una memoria principal de toros de ferrita de entre 32.000 y 64.000 palabras. Su coste en una configuración básica iba de 20.000 a 80.000 dólares de la época. En opinión de algunos participantes, su fiabilidad no era aún suficiente para poder confiarles tareas de control que, en muchos casos, podían ser críticas y la utilización de sistemas redundantes para aumentar la fiabilidad resultaba considerablemente onerosa. Por todo ello, su futuro no parecía claro en aquellos momentos.

Esta primera experiencia del Comité Español de la Federación Internacional de Automática dio paso en los siguientes años a la organización de nuevos eventos en colaboración, en algunos casos, con otras entidades, cuya memoria podrá ser recuperada en futuras ediciones de esta sección.

**Luis Basañez**

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial  
Universidad Politécnica de Cataluña  
luis.basanez@upc.edu